

Optimización de la etapa de calentamiento en el método de ensayo de doblado y desdoblado

Helguero, H.; Paredes, A.; Ruiz, E.; Torres, P.; Zarra, D.

Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC)

1.-INTRODUCCIÓN

Para evaluar la ductilidad en barras de acero conformadas según norma IRAM-IAS U 500-528^[1], se emplea el ensayo de doblado y desdoblado. Entre ambas operaciones la probeta es sometida a un calentamiento.

En el presente trabajo se llevó a cabo una comparación de microestructura y dureza entre probetas expuestas al método de calentamiento descrito por la norma IRAM-IAS U 500-91^[2], probetas expuestas a otro método de calentamiento y probetas sin exposición a calentamiento alguno.

2.-MATERIALES Y METODOS

Los materiales empleados en este trabajo fueron barras de acero conformadas para hormigón armado correspondientes a 5 diámetros diferentes en el intervalo de 6 a 32mm. Las muestras pertenecen a cinco empresas siderúrgicas diferentes.

En la Tabla I se muestra el listado de composición de fósforo y azufre.

Tabla I: Composición química de fósforo y azufre de las barras (% en peso)

Diámetro	P	S
6	0.025	0.020
8	0.022	0.019
16	0.035	0.011
25	0.021	0.020
32	0.032	0.034

De cada muestra se realizaron tres (3) probetas, denominadas A, B, C. Cada una con una longitud aproximada de 200mm.

La masa de las probetas expuestas a calentamiento está descrita en la Tabla II

Tabla II: Masa por metro de las muestras (kg/m)

	Muestra A	Muestra B	Muestra C
∅ 6 mm	0.0222	0.0222	0.0221
∅ 8 mm	0.0395	0.0396	0.0395
∅ 16 mm	0.158	0.158	0.158
∅ 25 mm	0.386	0.385	0.385
∅ 32 mm	0.632	0.632	0.631

Las probetas A recibieron el calentamiento siguiendo los lineamientos de la norma^[2]. Dicho documento en su ítem 2.5.2.1. dice "la probeta doblada se somete posteriormente a un calentamiento a la temperatura de 100°C durante 30 minutos".

Las probetas B fueron introducidas en la estufa y los 30 minutos de permanencia se comenzaron a medir luego de que la probeta en su núcleo alcanzara los 100°C.

Las probetas C no recibieron ningún tipo de calentamiento.

Tanto en las probetas A como en las B se introdujo una termocupla tipo K para poder tener conocimiento de la temperatura en el núcleo de la probeta llevando a cabo una serie de mediciones cada 3 minutos para cada probeta por método de calentamiento.

Luego de realizar las mediciones de temperatura en las probetas A y B, se llevaron a cabo mediciones de dureza Rockwell B, comparando propiedades mecánicas entre las tres probetas.

Además se extrajeron probetas metalográficas de las mismas para poder determinar su microestructura y poder compararlas.

3.-RESULTADOS

3.1 Curvas de calentamiento

En la figura 1 se observan las curvas de calentamiento para probetas A de distintos diámetros.

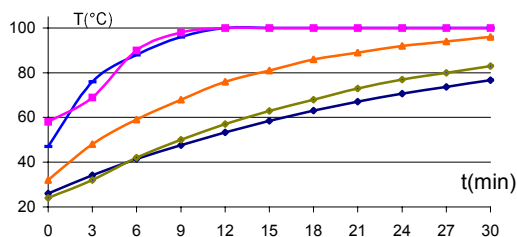


Fig. 1: Curva de calentamiento para distintos diámetros de las probetas A expuestas a 100°C durante 30 minutos

Todo estos conceptos toman relevancia cuando la gama de diámetros incluidos en la norma^[1] es tan amplio (6-32mm). Se puede demostrar que no todos los diámetros alcanzan la misma temperatura en su núcleo al cabo de 30 minutos. Una muestra de una barra de 6mm alcanza los 100°C a los 10 minutos mientras que una de Ø 32mm al cabo de 30 minutos aún permanece su núcleo a 77°C. Ver figura 1

Para las probetas B vemos en la figura 2 que las mismas logran alcanzar los 100°C en su núcleo para diferentes tiempos y luego se las mantiene 30 minutos a dicha temperatura.

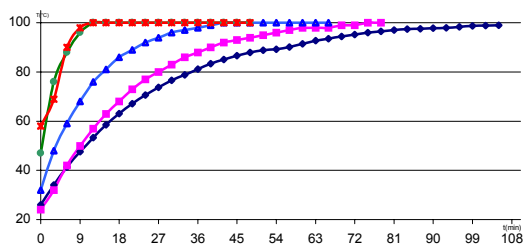


Fig. 2: Curva de calentamiento de las probetas B expuestas durante 30 minutos a 100°C, luego de alcanzar dicha temperatura.

Las curvas relacionadas para el calentamiento dependen de la estufa o medio de calentamiento utilizado.

3.2 Propiedades mecánicas

Se midió dureza Rockwell B en la probeta B de Ø 25mm. En la tabla III se presentan los valores medios correspondientes con su dispersión, para las probetas A, B y C.

Tabla III: Dureza Rockwell B (HRc)

	Muestra A	Muestra B	Muestra C
Valor medio	98.58	98.66	98.93
Desvío Std.	0.89	1.24	0.83

Las mediciones de dureza no muestran diferencias en los valores medios luego de

realizar diez mediciones radiales en la sección de la probeta.

3.3 Microestructura

Una vez realizadas las experiencias se extrajeron muestras metalográficas de la probeta A, B y C de Ø 25mm. Fueron observadas al microscopio electrónico de barrido para conocer su microestructura y poder compararla.

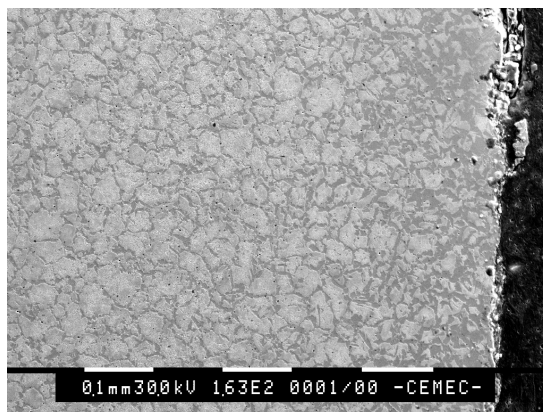


Fig. 3: Microestructura de la probeta B de Ø 25 mm

En la figura 3 se observa la microestructura de la muestra C, no evidenciándose modificaciones para ninguna de las tres probetas evaluadas.

4.-CONCLUSIONES

Se demostró que el método de calentamiento normalizado^[2] no asegura que las probetas permanezcan a 100°C durante 30 minutos cuando se utilizan varios diámetros.

Las probetas que han permanecido a la temperatura requerida durante el tiempo requerido no evidenciaron diferencias ni en su microestructura ni en su dureza.

5.-REFERENCIAS

[1] IRAM-IAS U500-528, Barras de acero conformadas de dureza natural, para armadura en estructuras de hormigón, Diciembre de 1998, p.9, 14 y 17.

[2] IRAM-IAS U500-91, Barras de acero conformadas y alambres de acero conformados para mallas, para hormigón armado. Método de ensayo de doblado y desdoblado, Julio de 1987, p.6.

Para mayor información contactarse con:

Alberto Ariel Paredes – aparedes@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀